Beziehungen zwischen Lebensweise und Structur der Schling- & Kletterpflanzen.

Von

M. Westermaier und H. Ambronn.

Regensburg 1881.
Neubauer'sche Buchdruckerei (F. Huber).

(Separat-Abdruck aus „Flora“, Jahrgang 1881.)

Beziehungen zwischen Lebensweise und Structur der Schling- und Kletterpflanzen.

Aufgabe der Gewebephysiologie ist, den anatomischen Bau der Pflanzen in nächste Beziehung zur Funktion zu setzen. Die Lösung eines Theils dieser Aufgabe fällt dem Experiment zu, ein anderer Theil muss der vergleichenden Anatomie zugewiesen werden. Das eingehende Studium der Wechselbeziehung physiologischer und anatomischer Eigenthümlichkeiten wird es ermöglichen, in der angegebenen Richtung vorzudringen. Dass zwischen dem anatomischen Bau und der Funktion einer Zelle oder eines Systems von Zellen bestimmte Beziehungen herrschen, kann nicht bestritten werden, und es ist ebenso wenig zu bezweifeln, dass ähnliche Beziehungen zwischen den gesammten Lebensverhältnissen der Pflanzen einerseits und den sämmtlichen morphologischen und anatomischen Eigenthümlichkeiten anderseits bestehen. Da die Experimentalphysiologie verhältnissmässig selten derartige Fragen zu lösen vermag, so ist es um so mehr angezeigt, an der Hand vergleichend anatomischer Untersuchungen die Aufdeckung solcher Beziehungen anzustreben.

*

Diesem Gedankengang folgend haben wir es versucht, im Nachstehenden eine Deutung des anatomischen Baues der Schling- und Kletterpflanzen zu geben.

Die Eigenthümlichkeiten in der Lebensweise dieser aus den Angehörigen der verschiedensten Familien bestehenden Gruppe lassen schon von vornherein darauf schliessen, dass auch der anatomische Bau dieser Gewächse in wesentlichen Punkten verschieden von dem der übrigen Pflanzen sei. Dass dies wirklich der Fall ist, geht aus den Arbeiten zahlreicher Autoren hervor; es ist auch bekannt, dass es gerade die Schling- und Kletterpflanzen sind, welche das Hauptcontingent der Vertreter sogenannter abnormer Typen liefern. Aber obwohl dergleichen Anomalieen schon ausführlich beschrieben worden sind, so ist doch eine annähernd befriedigende Deutung derselben rücksichtlich ihres Zusammenhangs mit der eigenthümlichen Lebensweise dieser Pflanzen noch nicht gegeben worden.

Für's Erste kann ein Versuch Fritz Müller's (Bot. Zeitg. 1860), wie sogleich gezeigt werden soll, als befriedigend nicht betrachtet werden. Die Arbeit dieses Autors liefert wohl schätzenswerthes Material für ähnliche Studien, doch lässt es schon der Umstand, dass diese Untersuchung nur auf makroskopischem Wege, somit ohne genauere Unterscheidung der Gewebesysteme und Zellformen, durchgeführt wurde, erklärlich erscheinen, dass die vorliegende Frage nicht in erschöpfender Weise zur Lösung gelangen konnte. Fritz Müller gelangte zu folgendem Schluss: „Das Gemeinsame der mannigfachen Abweichungen (der Kletterpflanzen) vom gewöhnlichen Bau besteht darin, dass bei diesen Gewächsen der Holzkörper der Länge nach in mehr oder minder vollständig geschiedene Stücke zerklüftet oder von Strängen eines weicheren Gewebes durchzogen ist; die Stämme werden dadurch biegsamer, als wenn dieselbe Holzmasse eine regelmässige dichte Walze bildete."

Dem gegenüber ist zu bemerken, dass die Biegsamkeit eines Organs bedingt ist von dem Maasse der Ausdehnung derjenigen mechanisch wirksamen Elemente, welche an der Peripherie des betreffenden Organes liegen. Ein Nachweis, dass diese Elemente bei Belastung innerhalb der Elasticitätsgrenze mehr als um c. 1 % sich ausdehnen, liegt nicht vor.[1]) Das

[1]) Dass einzelnen Schlingpflanzen eine bedeutende Biegsamkeit in diesem Sinne zukommt, ist sicher; als Beispiel nennen wir *Aristolochia Sipho*, *Periploca graeca*.

genannte Maass der Ausdehnung innerhalb der Elasticitätsgrenze besitzen, wie durch die Untersuchungen Schwendener's bekannt wurde, die mechanischen Zellen. Eine gewisse Zerklüftung des Holzkörpers könnte mit Beziehung auf die Biegungsfestigkeit allerdings von Bedeutung sein, allein eine solche Zerklüftung würde nur in jenem Falle die Biegungsfestigkeit merklich beeinträchtigen, wenn dadurch die zur Erhaltung der Querschnittsform nothwendige Querverspannung zwischen den Trägergurtungen aufgehoben würde. Ist aber die peripherische Lage mechanischer Zellkomplexe genügend gesichert, so bedeutet eine radiale Zerklüftung unter Umständen eine Erhöhung, nicht eine Verminderung der Biegungsfestigkeit. Dies lässt sich z. B. an einem *Bignonia*-Stamme demonstriren. Der Holzkörper eines solchen Stammes ist bekanntlich gelappt; zwischen nach aussen vorspringenden Xylempartieen befinden sich mit Phloëm und Bast ausgefüllte Kammern. Wären bei der Quantität nach gleich bleibenden Xylemmassen diese Kammern von Xylemelementen eingenommen, so würden die dann zu äusserst liegenden Holzelemente eine weniger günstige Lage gewinnen, als sie in Folge der vorhandenen radialen Zerklüftung des peripherischen Holzkörpers einnehmen. Möglichst peripherische Lage ist bekanntlich die wichtigste Forderung an die mechanischen Elemente biegungsfester Organe — wie schon bemerkt unter Voraussetzung eines genügend festen Verbandes der Trägergurtungen unter sich.

Richtig ist allerdings, dass die Schlingpflanzen nur in ihrer Jugend, so lange sie nämlich horizontal oder überhaupt frei schwebend eine Stütze suchen, biegungsfest zu sein brauchen, später hingegen wenig oder gar nicht auf Biegung in Anspruch genommen werden. Wie sich dieses Zurücktreten der Biegungsfestigkeit im anatomischen Bau dieser Gewächse äussert, davon später; hier sollte nur dargelegt werden, dass die Ansicht Fritz Müller's auf irrthümlichen Auffassungen beruht.

Eine ältere Arbeit, diejenige von Crüger (Bot. Zeitg. 1850 und 1851) zog in höherem Grade unsere Aufmerksamkeit auf sich. Das reichliche Material, welches in dieser Abhandlung eine Bearbeitung gefunden hat, leistete uns desshalb vorzügliche Dienste, weil das uns zu Gebote stehende natürlicherweise ein ungleich beschränkteres war. Neben der einfachen Darlegung des mikroskopischen Befundes richtete dieser Autor sein Augenmerk insbesondere auf die Entwicklungsgeschichte. Ausserdem schimmert deutlich aus dieser Abhandlung die Idee

des Verfassers durch, dass es die veränderte Funktion ist, welche die Structur der in Rede stehenden Pflanzen so wesentlich modificirt. Dass jedoch dieses Streben des Verfassers in seiner Abhandlung nicht zu einem klaren Ausdruck gekommen ist, hievon wird sich jeder Leser jener umfassenden Arbeit überzeugen. Anzuerkennen ist unbedingt, dass Crüger auf zwei sehr verbreitete Erscheinungen hinwies, nämlich auf die Weite der Gefässe, sowie auf die longitudinal ausgedehnten Markstrahlen, zwei Thatsachen, welche, wie wir sehen werden, im Lichte der physiologisch-anatomischen Betrachtungsweise sehr gut verwerthbar sind.

Den in beiden genannten und sonstigen Arbeiten mitgetheilten anatomischen Eigenthümlichkeiten der Schling- und Kletterpflanzen sind kaum noch neue hinzuzufügen. Unser Bestreben ist, wie schon angedeutet, nur darauf gerichtet, die Frage zu beantworten: Geht mit der Verschiedenheit der Lebensweise der Schling- und Kletterpflanzen gegenüber den Lebensverhältnissen anderer Gewächse auch die Verschiedenheit ihres inneren Baues parallel, und welche anatomische Thatsachen bringen diesen Parallelismus zur Anschauung?

Die eigenthümliche Lebensweise der Schling- und Kletterpflanzen prägt sich nach zwei Seiten hin in der Struktur dieser Gewächse aus. Die Modificationen des inneren Baues erstrecken sich erstens auf die Ausbildung der leitenden Gewebe, zweitens auf die Anordnung der mechanischen.

I.

Eine Folge der vorwiegenden Längenausdehnung ist die Anforderung, dass die Leitung nothwendiger Stoffe auf grosse Entfernungen hin zu geschehen hat. Dies betrifft sowohl die Leitung in offenen Bahnen: diejenige der Luft (oder auch des Wassers) in den Gefässen, der Eiweissstoffe in den Siebröhren, als auch die Bewegung gelöster Kohlenhydrate auf dem Wege der Diosmose in Markstrahlen sammt Holzparenchym. Der anatomische Bau der drei genannten Gewebesysteme ist nun ein für die Leitung in der Längsrichtung entschieden angepasster.

Gefässe. Bei der Leitung von Luft oder auch von Wasser in offenen Bahnen kommt es, wenn eine schnellere Fortbewegung erzielt werden soll, darauf an, die Adhäsion an den Wänden der leitenden Canäle möglichst zu verringern. Eine solche Verminderung der Adhäsion wird am besten durch die Ver-

grösserung des Querschnittes der leitenden Canäle erreicht; denn auf diese Weise wird, da die Cylinder-Mäntel (bei gleicher Höhe) proportional dem Radius, die Inhalte derselben aber proportional dem Quadrate des Radius wachsen, die Grösse der adhärirenden Flächen im Verhältnisse zur Menge der zu leitenden Stoffe vermindert.

Dass die Anwendung dieses Princips bei den Schling- und Kletterpflanzen von grossem Nutzen sein muss, ist leicht einzusehen, da es sich gerade bei diesen Pflanzen darum handelt, die Widerstände, welche der schnellen Fortbewegung der Luft auf weite Entfernungen entgegenstehen, möglichst zu verringern.

In der That findet man nun auch, dass die Gruppe der Schling- und Kletterpflanzen dadurch besonders charakterisirt ist, dass alle Vertreter derselben, wenigstens in den älteren Stämmen, im Vergleich zu den aufrechtstehenden Pflanzen, sehr weite Gefässe besitzen. Dieselben erreichen bei den meisten Schling- und Kletterpflanzen eine solche Grösse, dass man sie mit Leichtigkeit schon macroscopisch beobachten kann. So besitzen z. B. die Gefässe mancher *Passifloreen* einen Durchmesser von $^1/_2$ mm. und darüber. Bei *Hyponthera guapeva* wurden Gefässe gemessen, deren Durchmesser 600—700 Microm. betrug. Folgende kleine Tabelle gibt eine Uebersicht über die durchschnittlichen Durchmesser der grösseren Gefässe bei einer Anzahl Schling- und Kletterpflanzen:

Anisosperma Passiflora 300 Microm.
Passiflora laurifolia 200 Microm.
„ *edulis* 200 Microm.
„ *foetida* 200 Microm.
„ *suberosa* 100 Microm. (sehr zahlreiche Gefässe).
Bryonia dioica 100 Microm.
Aristolochia spec. 140 Microm.
Calamus Rotang 350 Microm.
Serjania spec. 120 Microm.
Glycine sinensis 200 Microm.
Trianospermum ficifolium 350 Microm.
Mikania spec. 200 Microm.
Smilax spec. 100 Microm.

Diese Angaben beziehen sich, wie oben schon ausdrücklich angegeben wurde, auf den durchschnittlichen Durchmesser der grösseren Gefässe, denn neben jenen grösseren Gefässen, die den Querschnitten von Schlingpflanzenstämmen ein so characte-

ristisches Aussehen geben, kommen natürlich auch noch bedeutend engere und ausserdem noch Tracheïden vor. Diess ist leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass nicht nur die Leitung der Luft auf grössere Entfernungen hin in Betracht kommt, sondern dass auch für jedes Blatt, für jede Knospe u. s. w. eine Anzahl luftleitender Canäle vorhanden sein müssen, bei denen es sich nur um Versorgung mit Luft für kleinere Pflanzentheile handelt. Man kann das ganze Gefässsystem einer Pflanze am besten mit der Gasleitung in einer grösseren Stadt vergleichen; die Hauptrohre, in denen grosse Mengen von Gas bei möglichst geringer Reibung an den Wänden geleitet werden sollen, haben stets einen sehr grossen Durchmesser, während diejenigen Rohre, die für die Leitung in die einzelnen Häuser und zu den einzelnen Flammen bestimmt sind, einen bedeutend geringeren Durchmesser besitzen.

Zwischen den jüngeren und älteren Stämmen von Schling- und Kletterpflanzen ist ein geringer Unterschied in Betreff des Durchmessers der Gefässe unverkennbar. Es ist nämlich allgemein Regel, dass in den dem Marke näher liegenden Partieen des Xylemkörpers die Gefässe enger sind, als in den späteren Zuwachszonen. Man kann sich davon sehr leicht auf jedem Querschnitt durch einen älteren Stamm irgend einer Schlingpflanze überzeugen. Es erklärt sich diese Thatsache daraus, dass in den jüngeren Zweigen das Bedürfniss, die Luft auf weite Entfernungen hin zu leiten, nicht in dem Maasse hervortritt, wie in den späteren Stadien, wo ein einziger Stamm von verhältnissmässig kleinem Querschnitt — denn der jährliche Dickenzuwachs ist ja bei Schling- und Kletterpflanzen ein ziemlich geringer — die Leitung der Luft für ein Verzweigungssystem von ganz bedeutender Ausdehnung übernehmen muss. Aber immerhin unterscheiden sich auch schon in den meisten Fällen die einjährigen Zweige der Schling- und Kletterpflanzen von denen der aufrecht stehenden; denn die Längenausdehnung ist fast stets eine beträchtlichere, als bei jungen Trieben der letzteren. Als Beispiele führen wir nur *Humulus Lupulus*, *Aristolochia Sipho*, *Bryonia dioica* an. Bei dem Hopfen erreicht der durchschnittliche Durchmesser der Gefässe circa 130 Mic., bei *Bryonia dioica* 100 Mic., bei den einjährigen Zweigen von *Aristolochia Sipho* immerhin gegen 70 Mic. Am deutlichsten tritt dieser Unterschied hervor, wenn man Querschnitte von kletternden oder schlingenden und aufrechten Formen derselben Gattung betrachtet.

So erreicht z. B. bei *Galium Aparine* der Gesammtquerschnitt der grösseren Gefässe das 6fache desjenigen bei *Galium verum* und das 5fache desjenigen bei *Galium Mollugo* bei ungefähr gleich dickem Stengel. Auch zwischen *Lonicera Caprifolium* und *Lonicera tartarica* findet sich ein ähnlicher Unterschied, doch ist er hier nicht so bedeutend, wie bei den genannten *Galium*-Arten.

Die bekannte Erscheinung, dass bei unseren Bäumen die Gefässe des Frühjahrsholzes immer beträchtlich weiter sind, als die des Herbstholzes, — wir erinnern hier nur an *Quercus Robur*, *Fraxinus excelsior* — dürfte wohl auch darin ihre Erklärung finden, dass gerade im Frühjahre die möglichst ungehinderte Leitung der Luft auf grössere Entfernungen hin sehr vortheilhaft ist.

Eine Ausnahme von der im Vorstehenden als allgemein hingestellten Eigenschaft der Schling- und Kletterpflanzen machen unseres Wissens nur zwei Wurzelkletterer, nämlich *Hedera Helix* und *Hoya carnosa*. Beide Pflanzen haben ziemlich enge Gefässe. Man wird jedoch auch zugeben müssen, dass das Wachsthum dieser beiden Arten, hauptsächlich das von *Hedera Helix*, ein viel langsameres und ihre jährliche Längenzunahme eine viel geringere ist, als bei den übrigen Kletterpflanzen; man vergleiche nur die Anzahl und die Länge der einjährigen Triebe, die ein Epheustock von etwa 10 Jahren hervorbringt, mit dem einjährigen Zuwachs einer gleichalterigen *Aristolochia* oder *Clematis*.

Eiweissleitende Elemente. Der wesentliche Bestandtheil des Phloëms, die Siebröhren, sind im Allgemeinen bei den Schling- und Kletterpflanzen ausserordentlich gut ausgebildet. Der Umstand, dass zur Demonstration der Siebröhrenstruktur Pflanzen, wie *Cucurbita Pepo*, *Lagenaria vulgaris*, *Vitis vinifera*, *Calamus Rotang* gewählt wurden (s. de Bary, vergl. An. S. 180), ist natürlich nur darauf zurückzuführen, dass die Siebröhren gerade hier besonders schön entwickelt sind, vor allem einen bedeutenden Durchmesser besitzen. Es führte somit das wahrscheinlich ohne Rücksicht auf Schling- und Kletterpflanzen unternommene Suchen nach gut ausgebildeten Siebröhren auf 4 Pflanzen, die gerade dieser Gruppe von Gewächsen angehören.

Wir fügen nun zu den genannten Pflanzen theils nach Angaben anderer Autoren, theils nach eigenen Untersuchungen folgende hinzu, welchen sehr schön ausgebildete Siebröhren zukommen: *Humulus Lupulus*, *Bignonia* (Mohl), *Passifloreen*, *Serjania-*

Arten, *Clematis Vitalba*, *Dioscorea Batatas*, *Tamus communis*, *Smilax spec.*, *Lonicera Caprifolium*, *Glycine sinensis*, *Aristolochia Sipho*, *Ampelopsis hederacea*. Einerseits hatten wir bei Aufstellung dieser Gruppe im Auge einen beträchtlichen Durchmesser dieser Elemente, anderseits eine sehr stark geneigte Lage und somit eine bedeutende Ausdehnung der mit Siebfeldern versehenen Querwände.

So wenig uns auch bis heute über die Bewegung der Eiweissstoffe in den Siebröhren bekannt ist, so ist doch wenigstens das Eine mit Sicherheit anzunehmen, dass hydrostatische Druckdifferenzen und mechanische Ursachen innerhalb der Siebröhren eine Bewegung der in ihnen enthaltenen Massen zur Folge haben. Hieraus und aus der bekannten Zartwandigkeit der Siebröhren ergibt sich, dass irgend welche Einrichtungen gegen Collabiren der Wandungen, was schliesslich eine Unterbrechung der Bahn hervorrufen würde, förderlich, vielleicht sogar absolut nothwendig sind. Eine längst bekannte Erscheinung spricht für die Richtigkeit dieser Vorstellung, die Thatsache nämlich, dass die eiweissleitenden Stränge fast überall von meist rinnenförmigen Belegen mechanischer Zellen theilweise umhüllt sind, auch da, wo an eine Erhöhung der Biegungsfestigkeit des Organs durch die betreffenden Skeletzellen gar nicht zu denken ist, wie z. B. bei Markbündeln aufrechter Organe. Einen höheren Grad werden die erwähnten Druckdifferenzen dann erreichen, wenn es sich um Leitung der eiweissartigen Stoffe auf weite Entfernungen hin handelt; in entsprechendem Maasse aber wird jene Einrichtung gegen Collabiren der Wandungen in erhöhter Weise gefordert werden müssen, d. h. also, die Tendenz, die Phloëmelemente mit festen Hüllen zu umgeben, muss hier noch entschiedener zu Tage treten.

Dies ist nun bei zahlreichen typischen Schling- und Kletterpflanzen, wie wir im Folgenden sehen werden, wirklich der Fall. Die dargelegte Auffassung ermöglicht es vielleicht, sogar eine Anzahl sogenannter abnormer Typen des Dickenwachsthums physiologisch zu deuten. Ob etwa zu dem angeführten Bedürfniss einer Einkammerung des Phloëms noch in manchen Fällen das Bestreben hinzukömmt, den Phloëmmassen zu dem Zwecke eine innere Lage zu verschaffen, um sie gegen radialen Druck zu schützen — zur Entscheidung dieser Frage fehlen uns bestimmte Anhaltspunkte. Sicher ist nur, dass windende Pflanzen in Folge des Dickenwachsthums der Stütze auf gewissen Längslinien einem solchen Drucke ausgesetzt sind.

Fassen wir zunächst die *Sapindaceen* in's Auge, so ist sofort ersichtlich, dass das in frühester Jugend erfolgende Auftreten eines zusammengesetzten Holzkörpers es mit sich bringt, dass die Siebelemente zu einem grossen Theil eine geschützte Lage zwischen Xylempartieen gewinnen. Man wird übrigens in der Ansicht, dass jenem Auftreten eines zusammengesetzten Holzkörpers, wie wir dasselbe bei vielen *Sapindaceen* beobachten, eine solche Bedeutung zu Grunde liegt, durch die Wahrnehmung einer Thatsache bestärkt, welche von verschiedenen Autoren beobachtet, aber noch nicht physiologisch gedeutet wurde.

Bei einer Anzahl derjenigen *Sapindaceen*-Stämme, welchen ein centraler und eine grössere Anzahl peripherischer Holzkörper zukommen, besitzt nämlich jeder der peripherischen Holzkörper excentrisches Mark, und zwar kehrt jeder dieser excentrischen Holzkörper seine mächtig entwickelte Seite dem centralen Holzkörper zu. Die Tendenz, den Phloëmelementen sammt den sie durchziehenden Skeletzellen eine innere Lage zu verschaffen, äussert sich somit nicht bloss dadurch, dass die an der Peripherie des ganzen Stammes gelagerten Phloëmcomplexe entschieden den geringeren Theil der gesammten Phloëmmassen repräsentiren gegenüber den im Stamminnern gelegenen, sondern es springt schon bei makroskopischer Betrachtung in die Augen, dass die peripherischen Cambiumringe ihre Hauptthätigkeit gegen das Innere des Stammes hin entwickeln. Nichts desto weniger befinden sich auch die an der Aussensnite des ganzen Stammes liegenden Phloëmpartieen in gut eingeschlossener Lage, indem sich dieselben sammt den sie durchziehenden Skeletzellen nach aussen an die mächtigen Reste des zersprengten Bastringes anschliessen, die ihrerseits durch sclerenchymatische Zellgruppen tangential verbunden sind.

Bei einer anderen Gruppe von *Sapindaceen* begegnet man sehr reichlicher Xylementwicklung. Es treten erneute Zuwachszonen auf, welche theils als Ringe, theils als bandartige Complexe erscheinen. Auch in diesen Stämmen befinden sich ausgedehnte Phloëmmassen im Innern des Stammes zwischen Xylempartieen eingelagert.

Einen anderen entwicklungsgeschichtlichen Weg zur Erreichung desselben Zieles, nämlich zur Einkammerung von Phloëmmassen sehen wir von den *Bignoniaceen*, einigen *Apocyneen*, *Asclepiadeen* (de Bary l. c) eingeschlagen. Das Dickenwachsthum dieser Stämme ist ausgezeichnet durch lokalisirte Anhäufungen

von Phloëm-Elementen an verschiedenen Stellen des Cambiumringes. Bekanntlich liegen hier beträchtliche Phloëmmassen in den Einsenkungen des Holzkörpers. Mit zunehmenden Alter wächst natürlich zugleich auch die Grösse der Entfernungen, bis auf welche die Leitung in den Siebröhren erfolgen soll. Je älter aber der Stamm wird, um so ausgesprochener tritt diese Umhüllung der Phloëmelemente hervor.

Dasselbe Princip finden wir durchgeführt bei mehreren *Strychnos*-Arten (de Bary, Vergl. An. S. 594 u. Fig. 229). Hier tritt der seltene Fall ein, dass das Cambium nach innen stellenweise Siebröhren erzeugt, welche alsdann in zerstreuten Bündeln im Xylem förmlich eingemauert werden.

Wiederum verschieden in der Entwicklungsgeschichte, physiologisch aber wohl gleich bedeutend ist das nicht seltene Vorkommen successiv auftretender Cambiumstreifen und Cambiumringe. Wir haben hier im Auge die Stämme schlingender oder kletternder *Menispermeen*, *Dilleniaceen*, *Leguminosen*, *Polygaleen* (de Bary l. c. S. 606), ferner denjenigen von *Gnetum scandens*. Obwohl Strukturen, wie die in Rede stehende und die vorhin besprochenen auch einigen Pflanzen zukommen, die weder schlingen noch klettern, so ist doch dem vorwiegenden Auftreten dieser Eigenthümlichkeiten bei schlingenden und kletternden Pflanzen eine physiologische Bedeutung wohl nicht abzusprechen. Vorausgesetzt, es gelänge, evident darzulegen, dass die beobachteten Strukturen für die Schling- und Kletterpflanzen entschieden vortheilhaft sind, eine Beweisführung, welcher nicht geringe Schwierigkeiten im Wege stehen, so wird daraus Niemand folgern, dass für nicht windende und nicht kletterde Pflanzen dergleichen anatomische Besonderheiten von Nachtheil sind. Es lassen sich schon jetzt einige Thatsachen anführen, welche dafür sprechen, dass manche Organe nicht kletternder und nicht schlingender Pflanzen zeitlebens oder periodisch dann ähnliche Bauverhältnisse aufweisen, wie wir sie bei Kletterpflanzen normal finden, wenn an diese Organe gleichfalls gesteigerte Leitungsansprüche herantreten. Wir erwähnen hier die grossen Gefässe im Frühjahrsholz vieler Bäume, die weiten Siebröhren im Stengel von *Potamogeton natans*.

Von Dicotylen führen wir noch die unregelmässig mit Phloëmpartien durchzogenen Stämme mancher *Bauhinien* an, deren Entwicklungsgeschichte noch ziemlich dunkel ist, und

erinnern an die wiederholte Bastbildung in der secundären Rinde bei *Vitis* und *Clematis Vitalba.*

Schliesslich muss auf den Bau einiger monocotyler Kletterpflanzen hingewiesen werden. Im Stamme von *Calamus Rotang* ist das Siebröhrengewebe in den inneren Bündeln in zwei rechts und links vom grossen Tüpfelgefäss gelegenen sichelförmigen Gruppen vorhanden. Jede dieser Gruppen besteht aus einigen grossen Siebröhren mit den sie begleitenden Cambiformzellen. Das Leitbündel ist fast ringsum mit einer starken Hülle mechanischer Zellen umgeben. Interessant ist für unsere Zwecke die Angabe de Bary's (Vergl. An. S. 342), dass Sklerenchymzellen auch diese Siebröhrenreihen unterbrechen können, so dass einzelne Siebröhren mit ihren Begleitern isolirt in dem Scheidensklerenchym stehen. Als hieher gehörige Erscheinung muss ferner die bekannte Lagerung der Siebröhren in den sonderbar gebauten Leitbündeln von *Dioscorea Batatas* und *Tamus communis* betrachtet werden. Die Xylemelemente umhüllen das Phloëm, welches in dem als ein Leitbündel sich darstellenden Complex in einigen wenigen Strängen auftritt. Ferner lag uns vor ein Stammstück einer nicht näher bestimmten *Carludovica.* Zahlreiche Fibrovasalmassen, die auf dem Querschnitt dieses Stammes zerstreut liegen, zeigen folgenden Bau: Rings um einen starken Bastring stehen etwa 6 oder mehr Gefässbündel, deren Phloëmtheile sämmtlich dem Baststrang zugekehrt und in denselben eingesenkt sind, während ihre Xylemkörper gegen das Grundgewebe zu liegen.

Markstrahlen und Holzparenchym. Was nun dasjenige System betrifft, welches zur Leitung der Kohlenhydrate dient, und zu dem also vorzugsweise, wie man wenigstens für die Dicotylen annehmen darf, Markstrahlen und Holzparenchym gehören, so lehrt die Beobachtung, dass auch dieses System bei den meisten Schling- und Kletterpflanzen anders ausgebildet ist, als bei den aufrechten Pflanzen. Während bei den letzteren die Markstrahlen bekanntlich in den meisten Fällen aus flächenförmigen in der Längsrichtung ziemlich kurzen Zellcomplexen bestehen, die unter einander durch schmale Holzparenchymstränge communiciren, finden wir bei sehr vielen Schling- und Kletterpflanzen, dass die Markstrahlen eine bedeutende Längenausdehnung besitzen und so den Xylemkörper in eine grössere oder geringere Anzahl Lamellen theilen. Auch erreichen sie öfters eine nicht unbeträchtliche Breite, wie z. B. bei *Aristolochia Sipho.*

Es ist kaum zu bezweifeln, dass eine derartige Ausbildung der Markstrahlen für die schnellere Leitung der Kohlenhydrate auf weitere Strecken von grösserem Vortheil ist, als wenn die Verbindung der Markstrahlen nur durch schmale Holzparenchymstränge hergestellt wäre. In kurzen Worten deuten wir die Thatsache folgendermassen: Zu den normal in der Longitudinalrichtung leitenden Elementen für Kohlenhydrate, nämlich den Holzparenchymsträngen, kommt gewissermassen subsidiär das Markstrahlengewebe hinzu, dem sonst vorzugsweise die Leitung in der Radialrichtung anheimfällt. Das Holzparenchym selbst tritt bei den Schling- und Kletterpflanzen in der Regel in grösseren Gruppen als bei den übrigen Pflanzen auf. Es ist dies, ebenso wie die oft ziemlich bedeutende Breite der Markstrahlen, wohl eine Folge des Zurücktretens der Biegungsfestigkeit; denn durch diesen Umstand wird ein grosser Theil der mechanischen Elemente entbehrlich gemacht, der Querschnitt reducirt, und die leitenden Elemente gewinnen dadurch eine gedrängtere Anordnung.

Dass ausserordentlich hohe Markstrahlen bei Schling- und Kletterpflanzen ziemlich allgemein verbreitet sind, hat schon Crüger (l. c.) und später auch Fritz Müller (l. c.) angegeben. Diese also schon länger bekannte Thatsache erfährt in der angegebenen Weise eine naturgemässe Deutung.

II.

Wir verlassen die Leitungssysteme für Luft, Eiweisssubstanzen und Kohlenhydrate und kommen auf einige Verhältnisse zu sprechen, welche sich auf das mechanische System beziehen.

Es ist zweifellos, dass die Schling- und Kletterpflanzen unter wesentlich anderen mechanischen Bedingungen leben als aufrechte Stämme, die keiner Stütze bedürfen. Eine Inanspruchnahme auf Zug ist es, die sich geltend macht, und zwar einerseits bei den windenden Pflanzen in Folge des Dickenwachsthums der Stütze, anderseits bei Kletterern durch Bewegung resp. Auseinanderweichen der einmal gewonnenen Stützpunkte und fernerhin durch schlaffes Herunterhängen grösserer oder kleinerer Theile dieser Pflanzen. Wie in den Wurzeln und Rhizomen, hängenden Blüthenstielen etc., so spricht sich auch die Beanspruchung auf Zug unter gleichzeitigem Zurücktreten der Biegungsfestigkeit im Allgemeinen durch die centripetale

Tendenz der mechanischen Elemente aus. (Schwendener, Mech. Princ. S. 117 ff.)

Der verhältnissmässig kleine Stammdurchmesser der Schling- und Kletterpflanzen steht insofern im Zusammenhang mit dem Zurücktreten der Biegungsfestigkeit, als die zur Herstellung letzterer nöthigen mechanischen Elemente in Wegfall kommen, und somit auch keine Veranlassung gegeben ist, diesen Elementen eine möglichst peripherische Lage zu gewähren.

Ferner ist in vielen Fällen das Verschwinden einer Markhöhlung zu konstatiren, sowie in anderen Fällen eine Reduktion des Markgewebes. Auf die Thatsache, dass die Markzellen in den älteren Internodien schlingender Organe von Monocotylen stärker als gewöhnlich verdickt sind, wies Schwendener (Mech. Princ. S. 124) bereits hin; es sei an dieser Stelle daran erinnert. Weiterhin ist anzuführen, dass bei einigermassen in die Dicke gewachsenen *Piperaceen*-Stämmen (*Macropiper*, *Piper*) an der Innenseite des peripherischen Gefässbündelkreises ein Ring mechanischer Zellen liegt, also rings um das mit Markbündeln ausgestattete Markgewebe herum, eine Lagerungsweise, welche bei aufrechten und biegungsfesten Organen etwas ganz Irrationelles wäre. In evidenter Weise spricht sich das angegebene Verhältniss aus bei einem Vergleich der kletternden Monokotylen *Carludovica* und *Calamus Rotang* mit dem aufrechten und biegungsfesten Palmenstamme. Letzterer besitzt weiches Mark; die Skeletzellen, welche die Leitbündel begleiten, sind an den innersten Bündeln ausserordentlich spärlich, nach aussen hin sehr stark vertreten. Bei den erst genannten Pflanzen dagegen sind auch im Centrum des Stammes die Leitbündel mit starken Baststrängen versehen. Bei *Carludovica* sind letztere in der Mitte des Stammes von ausserordentlicher Mächtigkeit. Endlich machen wir noch auf jenen instruktiven, wenn auch seltenen Fall bei *Tecoma radicans* aufmerksam, welcher schon von Sanio beschrieben, von Schwendener (Mech. Princ. S. 156) gedeutet wurde. Dort tritt nämlich, wie bekannt, nachträgliche Xylembildung an der Innenseite des Holzringes auf, von den Spiralgefässen nach innen fortschreitend.

Indem wir auf das im Vorstehenden Mitgetheilte zurückblicken, gelangen wir zu folgendem Schluss:

Das vergleichend anatomische Studium der Schling- und Kletterpflanzen zeigt, dass es trotz der Verschiedenheit der Struktur-Eigenthümlich-

keiten dieser Gewächse an gemeinsamen anatomischen Zügen nicht fehlt. Das Gemeinsame stellt sich jedoch nur bei einer physiologisch-anatomischen Betrachtungsweise heraus. Diese Betrachtungsweise ermöglicht es sogar, eine Reihe sogenannter abnormer Wachsthumstypen unserm Verständniss näher zu bringen oder physiologisch zu deuten.